

# LA IMPORTANCIA DE LAS MEDICIONES DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA COMO UN RETO PARA MEXICO

Martha H. López Sánchez  
Centro Nacional de Metrología  
km 4,5 Carr. a Los Cués, El Marqués, Qro.  
Tel. (442) 2 11 05 00, fax (442) 2 11 05 48; email: hlopez@cenam.mx

**Resumen:** Nuestro país importa grandes cantidades de equipo eléctrico y electrónico que algunas veces no opera de manera adecuada puesto que no cumple con mínimos requerimientos en materia de compatibilidad electromagnética. Existe una falta de regulación a nivel nacional para fijar los límites máximos de emisión de interferencia y los niveles requeridos de inmunidad en este tipo de equipo. De hecho, no existen normas obligatorias en México en esta materia. Y esto puede ser sumamente costoso para la industria mexicana si tenemos en cuenta que el comercio de equipo eléctrico y electrónico con otros países impone la conformidad con normas internacionales en compatibilidad electromagnética, y la mayoría de los países con los que México realiza transacciones comerciales en este sentido, tienen este tipo de estrictas regulaciones.

## INTRODUCCIÓN

Desde la concepción del proyecto CENAM, las mediciones de Compatibilidad Electromagnética han sido consideradas por la División de Mediciones Electromagnéticas como un área estratégica para nuestro país en diferentes aspectos.

El gobierno mexicano ha firmado varios tratados de libre comercio con varios países, incluyendo la Comunidad Económica Europea, lo cual técnicamente representa un reto para la industria mexicana, la mayoría de los cuales tienen fuertes regulaciones en cuanto a compatibilidad electromagnética. Esto afecta a nuestra regulación interna, puesto que el país tiene un uso generalizado de equipo eléctrico y electrónico, mismo que debe operar en un ambiente adecuado. Debido a esto, y principalmente dado que la mayoría de los países con los que mantenemos relaciones comerciales nos venden este equipo o compran lo que se manufactura aquí, estos productos deben cumplir con normas internacionales de compatibilidad electromagnética.

Existe una falta de conocimiento acerca de las directivas en cuanto a compatibilidad electromagnética que imperan en Europa por parte de la industria mexicana. Sólo los grandes consorcios internacionales producen en México productos que cumplen con la estrictas directivas europeas en la materia. Incluso sin un acuerdo de libre comercio, existen muchas compañías europeas que tienen maquiladoras, o por lo menos representantes de ventas en México. Volkswagen

de México, Philips, Siemens, etc., sólo por mencionar algunos, son buenos ejemplos de esto. Algunos fabricantes de equipo como Rhode & Schwarz, Wandel & Goltermann, Fluke, Siemens, etc., tienen un gran mercado en el país. Todos aquellos usuarios de estos equipos nos veríamos beneficiados grandemente con regulaciones más claras en nuestro país en esta materia.

## EL PAPEL QUE DESEMPEÑA CENAM

El Centro Nacional de Metrología, CENAM, consciente de su papel como laboratorio primario nacional, se ha propuesto establecer la infraestructura necesaria en el país para establecer el origen de la trazabilidad nacional en materia de compatibilidad electromagnética, a la vez que ayudar a la industria ofreciendo su apoyo en:

- ◆ Servicios de calibración de antenas, y pruebas de compatibilidad electromagnética
- ◆ Asesoría en el establecimiento de laboratorios de prueba en compatibilidad electromagnética para diseminar la exactitud del laboratorio nacional
- ◆ Formación de expertos en compatibilidad electromagnética
- ◆ Colaboración en la emisión de normas nacionales y armonización de las mismas con otras normas internacionales

- ◆ Participación de expertos en foros nacionales e internacionales, colaboración con otros organismos tales como DGN (Dirección General de Normas) y NYCE (Normalización y Certificación Electrónica, A.C.)

En la División de Mediciones Electromagnéticas del CENAM existe la clara visión de que este reto puede enfrentarse actuando directa e inmediatamente.

En el CENAM, el establecimiento de un laboratorio para la calibración de antenas y la medición de campos electromagnéticos es el primer paso dado en esta dirección. La División de Mediciones Electromagnéticas ha realizado una serie de esfuerzos para trabajar en esta dirección:

- ◆ Se ha realizado la compra de equipo y antenas para la realización de algunas mediciones de compatibilidad, así como equipo necesario para la calibración de antenas.
- ◆ Actualmente se está construyendo en el CENAM el sitio de referencia para la calibración de antenas y la medición de campos electromagnéticos, el cual consistirá de un plano metálico de 30 m x 60 m. Se espera concluir este año la construcción del mismo, para poder empezar a ofrecer servicios de calibración a la industria mexicana y así poder dar trazabilidad en esta materia al sector eléctrico nacional.
- ◆ Como parte de la capacitación a personal del CENAM, dos metrólogos han recibido salido a otros laboratorios nacionales para lograr experiencia en la calibración de antenas. Uno de ellos pasó cuatro de nueve meses de entrenamiento en el grupo de calibración de antenas del National Institute of Standards and Technology (NIST) en Estados Unidos. El otro pasó seis meses en el National Physical Laboratory (NPL) en el Reino Unido trabajando en un proyecto para diseñar una antena biconica patrón calculable. Sin embargo, para poder conformar la infraestructura necesaria en materia de compatibilidad electromagnética hace falta la formación de recursos humanos, no sólo la compra de equipo y la construcción de instalaciones. Hace falta pues, personal que sepa de las pruebas que se requieren realizar a los distintos equipos y dispositivos.

## **EL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE ANTENAS Y MEDICIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DEL CENAM**

Debido al gran desarrollo en la industria de las comunicaciones en nuestro país, surgió la necesidad de crear la infraestructura metrológica para apoyarla. La calibración de antenas usadas en las telecomunicaciones se realiza con antenas cuyas características son calculables a partir de sus dimensiones físicas. Aunque también es necesario tener en cuenta el acoplamiento de impedancia que debe tener el sistema en sí.

Por otra parte, algunas antenas usadas en las mediciones de interferencia electromagnética, hechas en laboratorios de prueba e industriales (como en la industria automotriz), se calibran con antenas patrón. Todas estas calibraciones se realizan en el intervalo de frecuencia por debajo de los 1000 MHz en un sitio de prueba a campo abierto (*open area test site, OATS*) sobre un plano de tierra, de acuerdo a estrictas normas internacionales. Se han hecho diversas investigaciones que involucran una cámara semianecoica para este intervalo de frecuencia porque evitaría el tener que depender de condiciones climáticas y del ruido del ambiente. Sin embargo, el costo y el tamaño del material absorbente que se requiere, el tamaño del recinto en sí, dado que para realizar pruebas a 3 m y 10 m de separación entre las antenas se requiere de una cámara de grandes dimensiones, aunado a que en el intervalo por debajo de los 40 MHz no es posible obtener una buena concordancia con aquellos resultados obtenidos en un OATS, hacen que este tipo de recintos sean utilizados preferentemente para calibraciones de antenas por arriba de 1000 MHz, así como para pruebas de susceptibilidad en compatibilidad electromagnética [1].

Como ya se mencionó, la construcción de este laboratorio se encuentra en su etapa final. Pero aún antes de que podamos ofrecer servicios de calibración existe una serie de acciones que se deben tomar para poder caracterizar el plano metálico y declararlo como sitio de referencia nacional para mediciones y calibración de antenas. Entre estas acciones se cuentan la caracterización de la planicidad del plano metálico con un sistema de alineación láser, medición de atenuación de sitio normalizada en los siguientes intervalos de frecuencia: 30 MHz a 50 MHz, en pasos de 5 MHz; 50 MHz a 100 MHz, en pasos de 10 MHz; 100 MHz a 200 MHz, en pasos de 20 MHz; 200 MHz a 300 MHz en pasos de 50 MHz; 300 MHz a 1000 MHz en

pasos de 100 MHz; y con diferentes arreglos de medición con las diferentes antenas, por ejemplo: 3, 10, 30 m en polarización horizontal, antena transmisora a 1 m, receptora de 1 a 4 m; 30 m en polarización horizontal, antena transmisora a 1, receptora de 2 a 6 m; 3, 10, 30 m en polarización vertical, antena transmisora a 1 m, receptora de 1 a 4 m; 30 m en polarización vertical, antena transmisora a 1 m, receptora de 2 a 6 m. Por lo que aún queda mucho trabajo por realizar.

Los servicios que ofrecerá el Laboratorio de Calibración de Antenas son:

1. Calibración de antenas magnéticas en el intervalo de 9 kHz a 30 MHz.
  - Antenas de aro
2. Calibración de antenas eléctricas en el intervalo de 9 kHz a 1000 MHz.
  - Antenas de rodillo (9kHz a 30 MHz).
  - Dipolos resonantes en el intervalo de 30 MHz a 1000 MHz.
  - Antenas de banda ancha: bicónicas, logarítmicas, combinación de ellas.
3. Calibración de sondas de campo electromagnético.
4. Calibración de medidores de intensidad de campo electromagnético.
5. Pruebas de emisión de campos electromagnéticos de equipos eléctricos y electrónicos.

Los siguientes servicios ya se están ofreciendo actualmente en la División de Mediciones Electromagnéticas.

1. Calibración de analizadores de compatibilidad electromagnética en el intervalo de 9 kHz a 26,5 GHz.
2. Calibración de pinzas absorbentes para pruebas de compatibilidad electromagnética.
3. Calibración de redes artificiales de alimentación para pruebas de compatibilidad electromagnética.
4. Medición en planta de campo electromagnético presente en el ambiente.
5. Asesorías sobre solución de problemas de compatibilidad electromagnética.

Con la construcción de este laboratorio, el CENAM podrá ofrecer un sitio de referencia nacional para realizar pruebas de compatibilidad electromagnética y, de esta manera ser el origen de la trazabilidad nacional en esta materia.

Se muestra una fotografía del proyecto tomada en los primeros días de Febrero de 2002. En la presentación se mostrará una serie de fotografías en las que se muestra el avance del Laboratorio.



**Fotografía 1** Etapa final de construcción del Laboratorio de Calibración de Antenas y Medición de Campos Electromagnéticos del CENAM

## LA IMPORTANCIA DE LA CALIBRACIÓN DE ANTENAS

Las antenas para compatibilidad electromagnética se utilizan en ambientes más bien difíciles que involucran su manejo frecuente, reemplazo rápido por una antena diferente para otra banda de frecuencia y el deterioro normal de su uso diario en casi todas las condiciones climáticas.

Incluso dada su aparente simplicidad, las antenas usadas en un laboratorio de compatibilidad electromagnética son tan especializadas y sofisticadas como las antenas para cualquier otra aplicación.

Las antenas de compatibilidad electromagnética son usadas para dos tipos de mediciones: emisiones radiadas (ER) e inmunidad radiada (IR). En el primer caso, se requieren la calibración formal de la antena y el uso de patrones trazables. En el segundo caso, no se requiere la calibración puesto que las calibraciones se realizan como parte de un arreglo de prueba de compatibilidad completo.

Cuando se tiene la responsabilidad de probar la conformidad con normas de compatibilidad electromagnética, la importancia de la exactitud y la repetibilidad de los datos de la prueba se hace evidente. Los errores pueden traducirse en retrasos

costosos y multas. Muchos errores provienen de una antena descalibrada o calibrada inadecuadamente. Como parte de un sistema de prueba completo, la antena es crítica para identificar y cuantificar correctamente los campos magnéticos o eléctricos que se están midiendo. Una antena calibrada inadecuadamente podría dar lugar al rechazo de datos válidos o peor aún, a la aceptación de datos erróneos.

En teoría, las antenas construidas bajo el mismo diseño, del mismo material y por el mismo fabricante deberían ser idénticas. Sin embargo, en la práctica algunas variaciones en la producción y ensamble son comunes. Es decir, antenas que aparentemente son idénticas físicamente, eléctricamente pueden no serlo. Esto se traduce en riesgos al confiar en antenas hechas bajo un mismo patrón o calibraciones "típicas".

Para poder confiar en nuestros datos, la calibración apropiada de nuestras antenas es crítica. El factor de antena (*antenna factor*, AF), que se define como una razón de la intensidad del campo eléctrico o magnético a la tensión inducida en la salida de la antena, debe tener alta exactitud, y el equipo usado para la medición debe ser trazable a un patrón nacional.

Y no es sólo en antenas que se debe contar con la trazabilidad a patrones nacionales, existen una serie de equipos para realizar pruebas de compatibilidad electromagnética, equipos de telecomunicaciones, analizadores de espectros, etc., que también requieren demostrar su trazabilidad a patrones nacionales pues de ello en buena medida depende que la industria que los posea y utilice para probar sus productos tenga credibilidad y la confianza de sus clientes.

De ahí la necesidad y la importancia de que se establezca la infraestructura en materia de compatibilidad electromagnética y, sobre todo, que las mediciones tengan trazabilidad a patrones nacionales.

### **NORMATIVIDAD EN MATERIA DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA EN MEXICO**

El día 17 de octubre del 2000 entró en vigor la norma NMX-I-240\_NYCE-2000 (Compatibilidad Electromagnética – Interferencia Electromagnética – Límites y Métodos de Medición de las

Características de las Perturbaciones Radioeléctricas Producidas por Equipos de Tecnología de la Información) [2], la cual es una traducción de la norma CISPR 22 (*Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*). Esta norma establece los niveles máximos permisibles de las perturbaciones radioeléctricas producidas por los equipos de tecnología de la información (computadoras, impresoras, escaners, teléfonos, conmutadores telefónicos, fax, etc.).

Aunque es una norma voluntaria, está dentro de la lista de normas que se pretende sean obligatorias. El obstáculo principal para que esto suceda es que no hay laboratorios de pruebas con la infraestructura para realizar las pruebas descritas en la norma que ofrezcan sus servicios al público. Nuevamente, nos enfrentamos a la situación de que México produce y consume cantidades importantes de los productos a que se refiere esta norma. Los productores nacionales no tienen manera de realizar las pruebas descritas en esta norma que son obligatorias en los países con los que tenemos fuertes intercambios económicos como Estados Unidos, Canadá y Europa.

En el país aún no se tiene la infraestructura para asegurar que los equipos de tecnología de la información adquiridos no perturbarán el funcionamiento de sistemas de comunicación y de otros equipos sensibles a interferencia electromagnética. En el CENAM, básicamente se tienen las instalaciones (nuestro sitio a campo abierto, que está terminando de construirse, así como el laboratorio de calibración adyacente) y el equipo necesario para realizar las pruebas descritas por la norma y así dar soporte a la industria mexicana cuando esta norma sea obligatoria, además de la calibración de antenas en el intervalo de 10 kHz a 1300 MHz. Sin embargo, aún nos hacen falta instalaciones tales como una cámara semianecoica y celdas GTEM para realizar pruebas de susceptibilidad como las que piden otras normas internacionales, así como la calibración de antenas a frecuencias más altas.

Existen otras normas, publicadas o en vías de publicación en esta materia en el país. Pero, como en el caso anterior, no existen laboratorios de pruebas que puedan ofrecer estos servicios al público.

## CONCLUSIONES

Es claro que se debe comenzar por inculcar cultura en compatibilidad electromagnética, que implica desde el uniformizar criterios y conceptos en la materia hasta la creación de laboratorios de pruebas que puedan apoyar a la industria mexicana pasando por la formación de recursos humanos que puedan percibir la problemática y brindar el apoyo a la industria que así lo requiera para poder comercializar sus productos en el extranjero.

Por todo esto, el país requiere con urgencia empezar a crear la infraestructura necesaria en esta materia. Hay algunos intentos por parte de algunas universidades para la compra de equipo e instalaciones para realizar estas pruebas. Pero, si no se cuenta con una trazabilidad clara y definida, estas mediciones no serían de gran apoyo para la industria mexicana. Y precisamente nuestro reto, como laboratorio primario nacional, es ofrecer el apoyo a nuestro país contribuyendo a crear y difundir la cultura en materia de compatibilidad electromagnética, ayudando a formar recursos humanos, pero sobre todo, fortaleciendo el Sistema Nacional de Calibración garantizando la trazabilidad en esta materia a los futuros laboratorios de pruebas, puesto que el sitio de pruebas a campo abierto es el primero y más grande de este tipo en el país y nuestro objetivo es que sea declarado un sitio de referencia nacional para calibración de antenas y medición de campos electromagnéticos en el intervalo de 10 kHz a 1,3 GHz.

Es verdad que el CENAM, a través de la División de Mediciones Electromagnéticas ha realizado una fuerte inversión en la construcción del Laboratorio de Calibración de Antenas y Medición de Campos Electromagnéticos, en la capacitación de parte de su personal en esta materia y en la adquisición del equipo necesario para realizar estas mediciones. Sin embargo, hace falta la creación de laboratorios de pruebas, ya sea como parte de las plantas maquiladoras o como laboratorios privados, y CENAM como laboratorio primario nacional ofrece su apoyo para que tales laboratorios se establezcan en México y sean trazables a patrones nacionales. Ese es nuestro reto si queremos impulsar a la industria mexicana para que sea competitiva a nivel mundial.

## REFERENCIAS

- [1] Giangiulli D., The Semi-Anechoic Chamber as an Alternative to the Open Area Test Site, Compliance Engineering, 1993
- [2] NMX-I-240\_NYCE-2000, Compatibilidad Electromagnética – Interferencia Electromagnética – Límites y Métodos de Medición de las Características de las Perturbaciones Radioeléctricas Producidas por Equipos de Tecnología de la Información, 2000